

Научная статья

УДК 669.3:669-17

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕКСТУРЫ РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ В ПРОВОЛОКЕ ИЗ ТЕХНИЧЕСКИ ЧИСТОГО АЛЮМИНИЯ

**Мария Александровна Зорина<sup>1</sup>, Владимир Дмитриевич Вергизов,  
Максим Сергеевич Карабаналов**

Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> *m.a.zorina@urfu.ru*

**Аннотация.** В ходе исследования было установлено текстурное состояние алюминиевой проволоки после деформации и рекристаллизационного отжига. Показано, что текстуру проволоки после деформации на локальном уровне можно рассматривать как текстуру, состоящую из дискретных компонент, соответствующих стабильным ориентировкам. Установлена взаимосвязь ориентировок деформации и рекристаллизации в предположении, что подвижными границами при рекристаллизации являются специальные границы, близкие к  $\Sigma 3$ .

**Ключевые слова:** ГЦК-металл, алюминий, деформация, рекристаллизация, текстура, ориентационная микроскопия, специальные разориентации, PCY-границы

**Финансирование:** работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации (проект МК–5882.2021.4).

Original article

## LAWS OF FORMATION RECRYSTALLIZATION TEXTURE IN THE WIRE OF TECHNICAL PURE ALUMINUM

**Maria Alexandrovna Zorina<sup>1</sup>, Vladimir Dmitrievich Vergizov,  
Maxim Sergeevich Karabanalov**

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> *m.a.zorina@urfu.ru*

**Abstract.** During the study, the textural state of the aluminum wire after deformation and recrystallization annealing has been established. It is shown that the texture of the wire after deformation at the local level can be considered as consisting of discrete components corresponding to stable orientations. The relationship between the orientations of deformation and recrystallization is established on the assumption that special boundaries close to  $\Sigma 3$  are mobile during recrystallization.

**Keywords:** FCC-metal, aluminum, deformation, recrystallization, texture, orientation microscopy, special misorientations, CSL-boundaries

**Funding:** the work was supported financially by a grant from the President of the Russian Federation (project МК–5882.2021.4).

Объектом исследования был материал с ГЦК-решеткой — алюминиевая проволока в состоянии деформации и после рекристаллизационного отжига. Цель данной работы — установить взаимосвязь ориентировок деформации и рекристаллизации в материале с ГЦК-решеткой на примере алюминиевой проволоки.

В качестве материала исследования была выбрана проволока из алюминия марки АД0. Проволока была получена прокаткой в калиброванных валках круглого сечения. Накопленное относительное обжатие составило 90 %. Проведено моделирование процесса отжига в трубчатой печи с зонным нагревом. Максимальная температура нагрева — 550 °С.

Текстура деформации алюминия представляла собой сложную комплексную ограниченную текстуру, которую можно описать в виде двух стабильных ориентировок:  $\{100\}\langle 100 \rangle$  и близкой к  $\{110\}\langle 111 \rangle$ . Также текстурный анализ показал высокую долю  $\Sigma 3$  границ, в большом количестве представлены границы  $\Sigma 7$ ,  $\Sigma 9$  (как пересечение двух  $\Sigma 3$ ),  $\Sigma 11$ ,  $\Sigma 13b$ ,  $\Sigma 17b$ ,  $\Sigma 21a$ ,  $\Sigma 25b$ ,  $\Sigma 31a$ ,  $\Sigma 33c$ ,  $\Sigma 39b$ ,  $\Sigma 41c$ ,  $\Sigma 43a$ ,  $\Sigma 43c$ ,  $\Sigma 45c$ . Перечисленные РСУ-границы имеют оси либо  $\langle 111 \rangle$ , либо близкую к  $\langle 110 \rangle$ .

При анализе образцов с частично рекристаллизованной структурой особое внимание уделялось тем РСУ-границам, которые находились между растущим зерном ПР и деформированной матрицей. Отмечено, что чаще всего встречаются границы  $\Sigma 25b$ ,  $\Sigma 33c$ ,  $\Sigma 41c$ ,  $\Sigma 43c$ ,  $\Sigma 45c$ .

Развитие процесса рекристаллизации приводит к тому, что в алюминиевой проволоке формируется сложная многокомпонентная текстура рекристаллизации, состоящая из основных компонент  $\{112\}\langle 111 \rangle$ ,  $\{100\}\langle 100 \rangle$  и размытой  $\{112\}\langle 012 \rangle$ , причем последняя имеет наибольшую интенсивность. При этом количество МУГ не уменьшается, даже при температуре отжига 550 °С наблюдаются МУГ в растущих рекри-

сталлизованных зернах. Это связано с тем, что возникшие и в последствии выросшие рекристаллизованные зерна имели исходно близкие ориентации, т. к. они возникали и росли за счет одного деформированного зерна (имеющего одну ориентацию). Поэтому при встрече двух близких по ориентации рекристаллизованных зерен возможно формирование МУГ.

Зарождению и росту рекристаллизованных зерен должно соответствовать движение границы, обеспечивающее наиболее легкий простой поворот ориентировки деформации к ориентировке рекристаллизации. В связи с этим было выдвинуто предположение, что наиболее простой поворот от оси  $\langle 111 \rangle$  к  $\langle 100 \rangle$  является переориентация кристаллической решетки за счет РСУ-границ, перечисленных ранее. Эти границы являются близкими друг к другу. Было сделано предположение, что в системе РСУ может не быть точной границы, а есть некая промежуточная граница, близкая к данным. Исходя из этого была рассчитана примерная разориентация, для которой ось поворота составила  $\langle 552 \rangle$ , а угол поворота был выбран средним и составил  $56^\circ$ .